



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 196 53 217 A 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
F 02 C 6/12
F 01 D 11/18
F 04 D 17/00

②1 Aktenzeichen: 196 53 217.5
②2 Anmeldetag: 19. 12. 96
④3 Offenlegungstag: 26. 6. 97

DE 196 53 217 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
20.12.95 JP 7-331490

⑦1 Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Car
Engineering Co., Ltd., Hitachinaka, Ibaraki, JP

⑦4 Vertreter:
Beetz und Kollegen, 80538 München

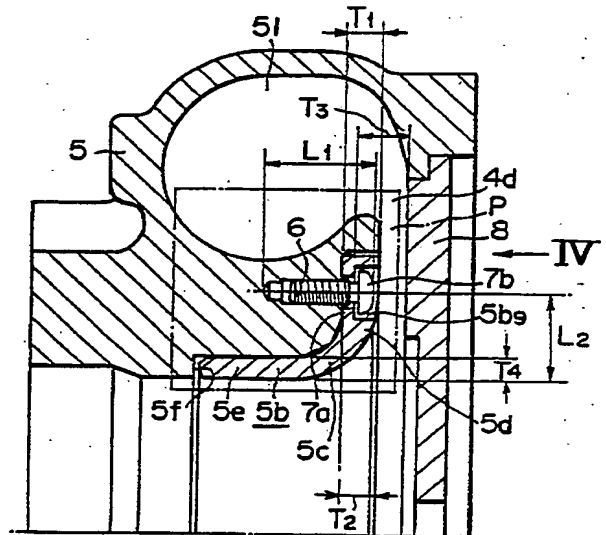
⑦2 Erfinder:
Ojima, Kazuo, Hitachinaka, JP; Oshino, Tatsuhiko,
Hitachinaka, JP

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Turbolader für Verbrennungsmotoren

⑤7 Ein Turbolader für Verbrennungsmotoren, dessen Wirkungsgrad durch die Herstellung eines Verdichtergehäuses (5) mittels eines billigen Verfahrens mit ausgezeichneter Produktivität verbessert ist, besitzt eine Struktur, bei der ein am inneren Umfang eines Verdichtergehäuse-Metallabschnitts befindliches Gehäusewandelement (5b), das einem Abschnitt (4a) mit gekrümmtem Profil eines Verdichterrades (4) zugewandt ist, getrennt, beispielsweise durch PPS-Harzformung, hergestellt ist und mittels eines Schraubenelements (7), das mit einer im Verdichtergehäuse-Metallabschnitt ausgebildeten Gewindebohrung (6) in Eingriff ist, befestigt ist.



DE 196 53 217 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04: 97 702 026/786

16/24

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Turbolader für Verbrennungsmotoren und insbesondere einen Turbolader für Verbrennungsmotoren mit verbessertem Verdichtergehäuse.

Ein Turbolader für Verbrennungsmotoren empfängt von einem Motorabgasrohr Abgase, treibt ein Turbinenrad in einem Turbinengehäuse zu Drehungen an, verdichtet aufgrund der Rotationswirkung des Verdichterrades, das an einer in Baueinheit mit dem Turbinenrad ausgebildeten Antriebswelle angebracht ist, in einem Verdichtergehäuse Luft und liefert die verdichtete Luft zum Motor. Das Verdichtergehäuse und das Verdichter-
rad im Turbolader, wie sie eben beschrieben worden sind, sind im allgemeinen aus Aluminiumlegierungen gegossen.

Von einem Motor mit Turbolader wird neuerdings gefordert, daß er im niedrigen Drehzahlbereich des Motors eine Aufladungswirkung besitzt. In dem Turbolader ist es für die Verbesserung des Wirkungsgrades des Verdichters günstig, den Außendurchmesser eines Abschnitts mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades sowie einen Spalt, der zwischen dem Profilabschnitt und der entsprechenden Innenwandfläche des Verdichtergehäuses vorhanden ist, so klein wie möglich zu machen und die Schaufelform des Verdichterrades zu verbessern. Der kleine Spalt beinhaltet jedoch die Gefahr, daß der Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades, das sich mit äußerst hoher Drehzahl dreht, mit der Innenwandfläche des Verdichtergehäuses aufgrund leichter Wellenschwingungen in Kontakt gelangt, was den Bruch des Rades und ferner die Zerstörung der Antriebswelle zur Folge haben kann.

In einem herkömmlichen Turbolader ist es daher üblich gewesen, zwischen der Innenwandfläche des Verdichtergehäuses und dem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades einen Spalt im Bereich von 0,3 mm bis 0,5 mm vorzusehen.

Es ist beispielsweise für eine Gasturbine bereits bekannt (aus der JP B2-50690-A, JP 52-72335-A und JP 52-85031-A), den Spalt zwischen dem Rad und dem Gehäuse durch Wärmespritzbeschichtung so klein wie möglich zu machen. Neuerdings ist aus der JP-B2-04-40559-A ein Verfahren für einen Kraftfahrzeug-Turbolader bekannt, in dem als Maßnahme für die Verkleinerung des Spalts und zur Verhinderung des Auftretens einer Beschädigung des Verdichterrades selbst bei Kontakt mit dem Verdichtergehäuse auf der Innenwandfläche des Verdichtergehäuses durch thermisches Spritzen eine Harzbeschichtung gebildet wird.

Um den Spalt zwischen dem Verdichterrad und dem Gehäuse in einem Turbolader eines Verbrennungsmotors möglichst klein zu machen und um eine Beschädigung des Verdichterrades selbst bei Kontakt mit dem Verdichtergehäuse zu verhindern, schlägt die JP 06-307250-A einen Turbolader vor, in dem auf einer Fläche desjenigen Abschnitts der Verdichtergehäusewand, der einem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades entspricht, ein Wandelement befestigt ist, das getrennt von der Gehäusewand aus einem Verbundmaterial gebildet ist, das ein Harz wie etwa PTFE (Polytetrafluorethylen) oder ein Gemisch aus dem Harz und Graphit oder Glaswolle umfaßt.

Im Stand der Technik beschränkt das Vorhandensein des notwendigen minimalen Spalts T im Bereich von 0,3 bis 0,5 mm zwischen dem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades und der Innenwandfläche des Verdichtergehäuses eine Verbesserung des Kompressorwirkungsgrades.

Obwohl eine kürzlich vorgeschlagene Technik des thermischen Spritzbeschichtens hinsichtlich eines verbesserten Verdichterradwirkungsgrades wirksam ist, erfordert sie Produktivitätsbetrachtungen in bezug auf die Anlage zum thermischen Spritzen, die Fähigkeit, viele verschiedene Typen von Verdichtern zu handhaben und Produkte zu beschichten, so daß das Problem entsteht, daß die Herstellungskosten hoch sind.

Selbst wenn die Technik der thermischen Spritzbeschichtung durch eine Technik zur Verbesserung des Kompressorwirkungsgrades ersetzt wird, in der ein getrennt ausgebildetes Harzelement an der Wandoberfläche befestigt wird und ein Spalt zwischen der Verdichtergehäuse-Innenwandfläche und dem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades des Turboladers klein ist, ist es wichtig, daß sich das Verdichterrad mit äußerst hoher Drehzahl dreht, ohne daß das Verdichterrad bei einem Kontakt zwischen dem Wandelement und dem Verdichterrad beschädigt wird. Das heißt, daß es wichtig ist, bei einem Kontakt dieser Elemente das Verdichtergehäuse-Wandelement gleichmäßig abzuschälen, ohne eine Beschädigung wie etwa eine Verformung oder einen Bruch des Verdichterrades hervor zu rufen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Turbolader für Verbrennungsmotoren zu schaffen, in dem das Wandflächenelement aus einem Harzelement mit ausgezeichneter Bearbeitbarkeit hergestellt ist, das einen Kontakt mit dem sich äußerst schnell drehenden Verdichterrad zuläßt, um so den Spalt zwischen der Innenwandfläche und dem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterlaufrades zu minimieren und den Verdichterradwirkungsgrad zu verbessern und um die Gefahr einer Beschädigung des Verdichterrades bei Kontakt mit diesen Elementen zu vermeiden, und dies mit einer billigen Herstellungstechnik, die ausgezeichnete Produktivitätseigenschaften besitzt.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Turbolader für Verbrennungsmotoren zu schaffen, bei dem das Wandelement aus einem Material besteht, das selbst dann, wenn es durch Kontakt mit dem Verdichterlaufrad abgeschält wird und die abgeschälten Späne in die Motorzylinder gelangen, keine nachteiligen Auswirkungen auf die Motorzylinder besitzt.

Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß gelöst durch einen Turbolader für Verbrennungsmotoren, der die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmale besitzt. Die abhängigen Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gerichtet.

Erfindungsgemäß ist ein Harzwandelement, das sich am inneren Umfang eines Metallelements eines Verdichtergehäuses befindet und einem Abschnitt mit gekrümmtem Profil eines Verdichterlaufrades entspricht, aus PPS (Polyphenylensulfid) hergestellt. Genauer wird das obige Wandelement durch Verbindungsbolzen, die in Gewinnbohrungen im obigen Verdichtergehäuse in Eingriff sind, angezogen und befestigt. Weiterhin ist ein kleiner

Spalt, der durch den inneren Umfang des Wandelements und durch die Form des Abschnitts mit gekrümmtem Profil am äußeren Umfang des Verdichterrades definiert ist, so bemessen, daß der Spalt auf der Einlaßseite des Verdichterrades größer als derjenige auf der Auslaßseite des Verdichterrades ist.

Da in der vorliegenden Erfindung ferner die Ausdehnung des Wandelements berücksichtigt wird, ist der Kontaktabschnitt zwischen dem Verdichtergehäuse und dem Wanelement auf die Befestigungsfläche beschränkt, wobei mit Ausnahme des obigen Kontaktabschnitts zwischen diesen Elementen Spalte vorgesehen sind. Erfindungsgemäß wird in dem obenbeschriebenen Aufbau das Wanelement, das entsprechend dem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades vorgesehen ist und aus PPS-Harz oder aus einem Verbundwerkstoff hergestellt ist, der ein Gemisch aus PPS-Harz und Graphit oder Glaswolle enthält, bei Kontakt des Abschnitts mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades mit dem am Verdichtergehäuse befestigten Wanelement abgeschält, ohne das Verdichterrad zu beschädigen, weil das Wanelement aus einem weicheeren Material als das das Verdichterrad bildende Metall hergestellt ist.

Der Spalt zwischen dem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades und dem entsprechend vorgesehenen Wanelement kann daher auf einen Wert näher bei Null als der Wert des Spalts im Bereich von 0,3 mm bis 0,5 mm, der im Stand der Technik erforderlich ist, gesetzt werden. Insbesondere bei der äußerst hohen Drehzahl des Verdichterrades, d. h. während eines Temperaturanstiegs, der durch adiabatische Kompression auf der Verdichterseite hervorgerufen wird, kann der vorangehende Spalt im Hinblick auf die thermische Ausdehnung des Wandelements tatsächlich auf Null gesetzt werden. In der vorliegenden Erfindung wird beispielsweise selbst bei Auftreten eines Kontakts zwischen dem Verdichterrad und dem am Verdichtergehäuse befestigten Wanelement als Ergebnis einer Wellenschwingung das am Verdichtergehäuse befestigte Wanelement als Antwort auf das Ausmaß des Kontakts abgeschält, wodurch der Spalt bei Null gehalten wird.

Das bedeutet, daß der Spalt, der im Stand der Technik zwischen der Innenwand des Verdichtergehäuses und dem Verdichterrad im Bereich von 0,3 mm bis 0,5 mm liegt, im wesentlichen auf Null eingestellt werden kann, woraus sich ein verbesserter Verdichterwirkungsgrad ergibt.

Das am Verdichtergehäuse befestigte Wanelement kann in einer Gießform oder dergleichen aus Harz gegossen werden und dann in das Verdichtergehäuse (Metallelement) eingebaut werden, wobei das auf diese Weise aus einem Harz hergestellte Wanelement durch das Verdichterrad während eines vorausgehenden Vorgangs wie etwa während der Prüfung der Fluidleistung abgeschält wird. Ein ähnliches Ergebnis kann erhalten werden, indem ein aus Harz gebildetes Wanelement in das Verdichtergehäuse (Metallelement) eingebaut wird, indem vorher das Wanelement so zugeschnitten wird, daß der Spalt bei thermischer Ausdehnung im tatsächlichen Betriebszustand (während des Betriebs mit äußerst hoher Drehzahl) Null wird und indem das Verdichterrad eingesetzt und zu Drehungen angetrieben wird. Ferner kann das Wanelement durch das Verdichterrad während seines tatsächlichen Betriebs zwangsläufig abgeschält werden, ohne daß vorher ein Zuschneiden oder eine andere Bearbeitung vorgenommen wird.

Es sind verschiedene Verfahren denkbar, die unter Berücksichtigung der Produktivität das Wanelement des Verdichtergehäuses und das Verdichtergehäuse (Metallelement) einteilig gebildet werden kann. Für die Ausbildung eines Harzelements und des Metallelements in Baueinheit ist es möglich, das Harzelement am Metallelement des Verdichtergehäuses unter Verwendung einer Metallelement-Einsetzgießform oder dergleichen zu befestigen. Ein Wanelement, das aus PPS-Harz hergestellt ist und eine ausgezeichnete Wärmebeständigkeit, Ölbeständigkeit und chemische Beständigkeit besitzt, kann mittels Schrauben direkt am Verdichtergehäuse (Metallelement) befestigt werden. Eine weiter verbesserte Produktivität kann erhalten werden, wenn dieser Aufbau verwirklicht wird. In diesem Fall ist es wünschenswert, einen Spalt für die Zulassung der Ausdehnung des Wandelements in Abschnitten, die von der Kontaktfläche dieser Elemente verschieden sind, vorzusehen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, die auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt; es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht, die eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Turboladers für Verbrennungsmotoren veranschaulicht;

Fig. 2 eine vergrößerte Teilansicht des in Fig. 1 gezeigten Verdichters A;

Fig. 3 eine vergrößerte Teilansicht eines in Fig. 2 gezeigten Abschnitts P; und

Fig. 4 eine Teilansicht in Richtung des Pfeils IV in Fig. 2.

Fig. 1 ist eine Schnittansicht, die einen Kraftfahrzeug-Turbolader zeigt, in dem ein Abschnitt A einen Verdichtersabschnitt und ein Abschnitt B einen Turbinenabschnitt darstellen.

Das Abgas von einem Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor wird von einem Einlaß 101 eines Turbinengehäuses in eine Spirale 102 eingeleitet, um dann von einem größeren Querschnitt zu einem kleineren Querschnitt zu strömen und von einem Auslaß 103 in ein Abgasrohr entlassen zu werden. Hierbei wird ein Turbinenrad 2 unter der Wirkung der kinetischen Energie des Abgases mit hoher Drehzahl (wenigstens $100\,000\text{ min}^{-1}$) gedreht.

Eine Antriebswelle 3 dieser Turbine ist über Lager 111 in einem Lagergehäuse 110 gelagert.

Das Lagergehäuse 110 ist ferner versehen mit einem Schmiermittelkanal 113, durch den Schmiermittel an die Lager geliefert wird, sowie mit einem Kühlwasserkanal 114, durch den Kühlwasser des Motors fließt, um den Turbolader zu kühlen.

Der Turbinenabschnitt B wird durch Befestigen einer Abdeckung 115 an einer Seite des Lagergehäuses 110, durch anschließendes Einschieben der Antriebswelle 3 durch die Lager 111 und 112, durch Befestigen eines Turbinenrades 2 an einem Ende dieser Antriebswelle 3 und durch Verschrauben der Welle 3 am Lagergehäuse 110 mittels Schrauben 116 zusammengefügt, wobei die Außenseite mit einem Turbinengehäuse 1 abgedeckt wird.

Bei der Drehung der Antriebswelle 3 aufgrund der Drehung des Turbinenrades 2 dreht sich ein am anderen Ende der Antriebswelle 3 befestigtes Verdichterrad 4 im Verdichtergehäuse 5, verdichtet die vom Einlaß 50 des Verdichtergehäuses 5 angesaugte Luft mittels des Verdichterrades 4 und stößt die verdichtete Luft in eine

Spirale 51 aus, wobei die Luft anschließend zu einem Ansaugkrümmer des Verbrennungsmotors gepumpt wird.

Der Verdichterabschnitt A wird durch Aufschieben einer Hülse 510 mit einem Schubmetall 511 von der der Turbinenseite gegenüberliegenden Seite der Antriebswelle 3 auf die Antriebswelle 3 zusammengefügt.

Anschließend wird ein Dichtungsring 513 in Rillen eingesetzt, die an der Stirnfläche des Lagergehäuses 110 auf der der Turbinenseite gegenüberliegenden Seite vorgesehen sind, während ein weiterer Dichtungsring 514 am äußeren Umfang der Hülse 510 befestigt wird. Anschließend wird eine Dichtungsplatte 8 befestigt, so daß sie mit diesen Ringen in Kontakt gelangt.

Dann wird ein Verdichterrad 4 auf die Antriebswelle 3 aufgeschoben und mittels einer Schraube 41 an der Spitze der Antriebswelle 3 befestigt.

Schließlich wird das Verdichterrad 4 von außen mit dem Verdichtergehäuse 5 abgedeckt, das mittels eines Zapfens 515 am äußeren Umfang der Dichtungsplatte 8 in Eingriff ist. Ein Teil der diesen Zapfen 515 aufbauenden Dichtungsplatte 8 und ein Flansch 515 zum Befestigen des Verdichters, der im Lagergehäuse 110 ausgebildet ist, sind zwischen einen ringförmigen Abschnitt des Verdichtergehäuses und einen C-förmigen Ring 516 eingeschoben, der in einer am Verdichtergehäuse 5 ausgebildeten Rille befestigt ist.

Obwohl der Hauptkörper des Verdichtergehäuses 5 aus einer Aluminiumlegierung gegossen ist, ist ein aus einem Harz hergestelltes Wandelement 5b mit dem Abschnitt zu einer Baueinheit ausgebildet, der nach der Zusammenfügung dem Abschnitt 4a mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades 4 zugewandt ist. Das Wandelement 5b ist durch Harzformung eines PPS-Harzes (Polyphenylensulfid-Harz) oder aus einer Verbundmischung aus einem PPS-Harz und Graphit oder Glaswolle, die weicher als das Verdichterrad 4 ist, hergestellt.

Das Wandelement 5b ist mittels Schraubenelementen 7, die in einer flachen, ringförmigen Fläche 52 ausgebildet sind, die der Dichtungsplatte 8 des Hauptkörpers des Verdichtergehäuses 5 auf einer ringförmigen Fläche 5d, die zur Antriebswelle 3 des Verdichterrades 4 im wesentlichen senkrecht ist, zugewandt ist, direkt mit dem Hauptkörper des Gehäuses 5 verbunden und an diesem befestigt.

Ferner enthält das Wandelement 5b einen Zylinderabschnitt 5e, der sich im wesentlichen parallel zur Antriebswelle 3 erstreckt, sowie einen gekrümmten Abschnitt 5c, der den Zylinderabschnitt 5e mit der ringförmigen Fläche 5d verbindet.

Fig. 2 ist eine Schnittansicht, die nur das Verdichtergehäuse 5 zeigt. Fig. 3 ist eine vergrößerte Ansicht des Abschnitts D in Fig. 2, der durch eine Einpunkt-Strich-Linie eingerahmt ist. Fig. 4 ist eine weitere Darstellung von Fig. 2, jedoch in Richtung des Pfeils IV betrachtet und in verkleinertem Maßstab.

Die Beziehung zwischen dem Verdichtergehäuse 5 und den Umfangelementen wird im folgenden mit Bezug auf diese Zeichnungen genauer beschrieben.

In dem Abschnitt des Verdichtergehäuses 5, der dem Abschnitt mit gekrümmtem Profil des Verdichterrades 4 zugewandt ist, ist eine Aussparung 5f ausgebildet. Diese Aussparung 5f enthält einen ringförmigen Abschnitt, der der Dichtungsplatte 8 zugewandt ist, um das Wandelement 5b aufzunehmen, einen zylindrischen Abschnitt längs der Antriebswelle sowie einen Abschnitt mit gekrümmtem Flächenabschnitt, der die beiden erstgenannten Abschnitte miteinander verbindet.

Das Wandelement 5b, das an dieser Aussparung 5f befestigt ist, dient als Wandfläche des Verdichtergehäuses 5, die dem gekrümmten Profil 4a mehrerer Verdichterschaukeln 4b, die das Verdichterrad 4 bilden, zugewandt ist.

Der Verdichtungswirkungsgrad des Verdichters ist um so größer, je kleiner der Spalt T zwischen der Gehäusewandfläche und dem Profil des Verdichterrades 4 ist. In dieser Ausführungsform ist dieser Spalt T so beschaffen, daß er während des gewöhnlichen Betriebs im wesentlichen Null wird, indem auf der Grundlage des Prinzips der vorliegenden Erfindung die Wärmeausdehnung des Wandelements 5 ausgenützt wird.

Für das Wandelement 5b sind die Größe R_1 vom Mittelpunkt zum Innendurchmesser des Zylinderabschnitts, die Größe R_2 vom Mittelpunkt zum Außendurchmesser des Zylinderabschnitts und die Größe R_3 vom Mittelpunkt zum Mittelpunkt der Gewindebohrung 7a durch eine Gießform festgelegt, so daß die Größe L_2 zwischen dem Mittelpunkt der Gewindebohrung und dem Innendurchmesser des Zylinderabschnitts ebenfalls festliegt.

Die Gewindebohrung 7a verläuft durch die Mitte einer Aufnahmeaussparung 5b₉ des Schraubenkopfs 7b der Schrauben 7, die auf dem gleichen Kreisumfang vorgesehen sind.

Das Wandelement 5b ist nur auf der gehäuseseitigen Fläche 5b₁₀ der ringförmigen Fläche, in der die Gewindebohrung 7a ausgebildet ist, in Kontakt und bildet eine Befestigungsfläche.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, sind zwischen den äußeren Wandflächen der Wandelement-Befestigungsaussparung 5f des Verdichtergehäuses 5 und dem entsprechenden Wandelement 5b Spalte G_1 bis G_4 vorhanden.

Bei Raumtemperatur beträgt die Größe des Spalts G_3 zwischen der axialen Stirnfläche 5b₁ des Zylinderabschnitts 5e des Wandelements 5b und der Wandfläche 5b₂ der entsprechenden Aussparung ungefähr 300 bis 400 μm , beträgt die Größe des Spalts G_1 zwischen der Fläche 5b₃ des Zylinderabschnitts 5e des Wandelements 5b und der entsprechenden Wandfläche 5b₄ ungefähr 250 μm , beträgt die Größe des Spalts G_4 zwischen der Fläche 5b₅ des gekrümmten Abschnitts 5c und der entsprechenden Wandfläche 5b₆ ungefähr 500 bis 600 μm und beträgt die Größe des Spalts G_2 zwischen der äußeren Umfangskante 5b₇ des ringförmigen Flächenabschnitts 5d des Wandelements 5b und der entsprechenden Wandfläche 5b₈ wie im Fall des Spalts G_3 ungefähr 300 bis 400 μm .

Das PPS besitzt einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von 2 bis $7 \cdot 10^{-5}$ (1 bis $6 \cdot 10^{-5}$, wenn Glas enthalten ist).

Die obengenannten Werte für die Größen der Spalte basieren daher auf dem Ausdehnungsgrad ungefähr bei der thermischen Verformungstemperatur von 250°C, so daß das Wandelement 5b selbst dann, wenn es sich zum Gehäuse 5 ausdehnt, nicht mit der Aussparungswandfläche des Gehäuses in Kontakt gelangt. Wenn jedoch das Wandelement mit der Aussparungswandfläche des Gehäuses als Folge der Ausdehnung in Druckkontakt gelangt, kann die Gegenkraft Risse oder Brüche im Wandelement 5b verursachen.

Da sich die Stoßbeanspruchung, die sich aus dem Kontakt mit dem Verdichterrad 4b ergibt, auf den gekrümm-

ten Abschnitt 5c des Wandelements 5b konzentriert, ist die Dicke dieses gekrümmten Abschnitts 5c so bemessen, daß sie in Richtung vom Zylinderabschnitt 5e zur ringförmigen Fläche 5d allmählich zunimmt. Das heißt, die Dicke T_4 des Zylinderabschnitts ist größer als die Dicke T_2 des Abschnitts mit ringförmiger Fläche.

Der Kopf 7b der Schraube 7, der so beschaffen ist, daß er genau in die Aufnahmeaussparung 5b paßt, steht niemals über die der Dichtungsplatte 8 des Verdichtergehäuses 5 zugewandte Fläche vor, so daß er der hierdurch strömenden Luft keinen Widerstand bietet.

Die Tiefe T_1 der Aussparung 5f und die Dicke T_2 des Wandelements 5b sind so bemessen, daß ein Einsinken des Wandelements 5b in die Aussparung 5f um eine Tiefe innerhalb eines Bereichs von 100 bis 200 μm bei Raumtemperatur sichergestellt ist, so daß die Stirnfläche 5g des Metallabschnitts des Verdichtergehäuses 5 auf Seiten der Dichtungsplatte 8 und die Stirnfläche des Abschnitts 5d mit ringförmiger Fläche des Wandelements 5b auf Seiten der Dichtungsplatte 8 im Normalbetrieb im wesentlichen bündig werden.

Die Schraube 7 ist so bemessen, daß ihre Länge L_1 in Längsrichtung länger als der Abstand T_3 zwischen der Stirnfläche der Dichtungsplatte 8 und der Bodenfläche der Schraubenaufnahmeaussparung des Wandelements 5b ist, so daß die Schraube 7 nicht aus der Gewindebohrung 7a fallen kann, selbst wenn sie sich lockert.

Selbst wenn die sich lockende Schraube 7 in Richtung zur Dichtungsplatte 8 springt und sich zum Verdichterrad 4 neigt, schiebt die starke Luftströmung während der Drehung des Rades 4 die Schraube nach außen, so daß sie mit dem Rad 4 niemals in Kontakt gelangen kann.

Die Fläche des Wandelements 5, die dem Verdichterrad 4 zugewandt ist, kann im voraus geschält und dann zusammengefügt werden, so daß der Spalt T zum Verdichterrad 4 als Folge der Wärmeausdehnung ungefähr bei der normalen Betriebstemperatur Null wird. In diesem Beispiel besitzt jedoch das Verdichterrad selbst die Schälfunction.

Genauer ist das Verdichterrad 4 so entworfen worden, daß der Spalt T zwischen der Fläche des Wandelements 5b und dem Verdichterrad 4 bei der Zusammenfügung Null wird und daß das gegossene Wanelement 5b ohne jegliche Bearbeitung in das Verdichtergehäuse 5 eingebaut werden kann. Eine Prüfung, die der Rotationsprüfung ähnlich ist, wurde vor dem Einbau in das Kraftfahrzeug ausgeführt und ergab keinerlei Fehler, wobei die Fläche des Wandelements 5b mittels des Verdichterrades 4 durch Abschälen die gewünschte Form erhielt.

Im Rotationstest wurde die Drehzahl des Verdichterrades 4 auf den Höchstwert von bis zu ungefähr 160 000 min^{-1} erhöht. Auf der Oberfläche des Wandelements 5b blieben Schneidespuren von 0,03 bis 0,05 mm zurück. Die Schneidespuren waren an der Einlaßseite flacher als an der Auslaßseite des Verdichters. Die Ergebnisse einiger Prüfungen, die Herstellungsfehler der einzelnen Teile berücksichtigten, haben nahegelegt, daß ein Entwurf, bei dem der anfängliche Spalt T auf Null gebracht wurde, Schneidespuren von 0,05 bis 0,015 mm verursacht.

Eine weitere bei diesen Prüfungen festgestellte Tatsache ist, daß sich das Wanelement 5b, das aus einem Harz hergestellt ist, unter der Wirkung der Temperaturerhöhung des Verdichtergehäuses, die sich aus der adiabatischen Verdichtung der Luft während des Verdichterbetriebs ergibt, thermisch ausdehnt. Die vorangehenden Schneidespuren enthalten selbstverständlich jene, die aus dieser thermischen Ausdehnung herrühren.

Die Entwurfswerte der Wanelemente 5b wurden daher zu Werten abgewandelt, die die vorangehenden zwei Punkte (Ungleichmäßigkeit zwischen der Auslaßseite und der Einlaßseite und Wärmeausdehnungskoeffizient) berücksichtigen.

Das heißt, daß der Wärmeausdehnungskoeffizient für eine angenommene Temperaturerhöhung von Raumtemperatur auf 80°C berechnet wurde und daß der Entwurf mit einem Radius R_1 erfolgte, der um einen dieser Ausdehnung entsprechenden Wert größer war.

Der Entwurf erfolgte ferner so, daß der Radius an der Auslaßseite kleiner als an der Einlaßseite des Verdichters war.

In diesem Beispiel wurde zwischen der Fläche des Wandelements 5b und dem Verdichterrad 4 ein kleiner Spalt T erzeugt, der an der Auslaßseite etwas kleiner als an der Einlaßseite war.

Bei dem Verdichter dieses Beispiels wurde eine ähnliche Rotationsprüfung ausgeführt, die lediglich in einem Teil der Auslaßseite des Verdichterausgangs eine Schneidespur von nur ungefähr 0,02 mm zur Folge hatte.

Der gleiche Verdichter wurde nach diesem anfänglichen Schneiden mehreren verschiedenen, ähnlichen Rotationsprüfungen unterworfen, wobei keinerlei Zunahme der Schneidespuren beobachtet wurde.

Die Ergebnisse der an verschiedenen Materialien des Wandelements 5b ausgeführten Prüfungen sind in Tabelle I gezeigt.

Tabelle 1

Position	Material	PPS	PPS	PTFE	PBT
		Polyphenylen- sulfid kein Gemisch	Polyphenylen- sulfid glasverstärkt	Polytetra- fluorethylen	Polybutylen- terephthalat kein Gemisch
gegenseitige Beeinflussung mit Rad	Bearbeitbarkeit bei gegenseitiger Beeinflussung	○	○	x	Δ
	Schädigung am Rad	keine Verformung, kein Verschleiß	verschlissen	verformt	verschlissen
	Härte (D785)	90 ~ 100	90 ~ 100	58	80 ~ 90
Verformung bei hoher Temperatur	thermische Verformungs- temperatur (Prüfverfahren: D785)	○ (mittel) 250 °C oder mehr	○ (gering) 250 °C oder mehr	○ 50 °C oder mehr	Δ (groß) 220 °C oder mehr
	kontinuierliche Arbeits- temperatur (Prüfverfahren: UL746B)	210 °C oder mehr	250 °C oder mehr	250 °C oder mehr	140 °C oder mehr
	linearer Ausdehnungs- koeffizient $\times 10^{-5}$ (Prüf- verfahren: UL746B)	2 ~ 7	1 ~ 6	10 ~ 17	2 ~ 5
	Gesamtbeurteilung	○	○	x	Δ

Der in Tabelle 1 repräsentierte Turbolader wurde vorher einer Rotationsprüfung unterworfen, die ähnlich derjenigen bei einem Verdichter mit einem zuvor geschalteten Wanelement aus dem obenerwähnten PPS ist, anschließend wurde er bei einer kontinuierlichen Arbeitstemperatur wie in Tabelle 1 gezeigt ohne Unterbrechung betrieben. "Verformung bei hoher Temperatur" in Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse hiervon.

Das aus PPS hergestellte Wanelement (kein Gemisch) konnte durch das Verdichterrad geschält werden, weil das Material verhältnismäßig spröde war, wobei im Verdichterrad keinerlei Verformung oder Verschleiß auftrat. Die thermische Verformungstemperatur betrug wenigstens 250° C oder mehr, wobei der kontinuierliche Betrieb bei 210° C keinen großen Verformungsgrad ergab.

Wenn glasverstärktes PPS verwendet wurde, indem dem PPS Graphit oder Glaswolle hinzugefügt wurde, wurde der lineare Ausdehnungskoeffizient um 70 bis 50% reduziert. Obwohl die Gesamthärte nahezu die gleiche wie beim PPS-Material war, wurde eine leichte Verschleißspur auf dem Verdichterrad beobachtet, die dem Kontakt zwischen dem Gemisch und dem Pumpenrad zugeschrieben wurde. Der Verformungsgrad bei einer Temperaturerhöhung wird auf einen kleineren Wert zurückgeführt, der der Abnahme des linearen Ausdehnungskoeffizienten entspricht, die größer als jene in den anderen Fällen ist.

Das bedeutet, daß der Spalt T zwischen dem Wanelement und dem Verdichterrad bei sämtlichen Temperaturen von der Raumtemperatur bis zu hohen Temperaturen nicht stark schwankt. Selbst bei einem Entwurf, bei dem bei hohen Temperaturen ein Spalt T mit Wert Null erzielt wird, erweitert sich der Spalt T bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen nicht sehr, so daß der Verdichter mit hohem Wirkungsgrad betrieben werden kann.

Bei Verwendung von PTFE (Polytetrafluorethylen) hatte eine sehr hohe Viskosität die Erzeugung einer Fase zur Folge, die zu einer Verformung des Verdichterrades führte.

Obwohl Polytetrafluorethylen allein in der Praxis einige Schwierigkeiten schafft, ergab die Ablagerung von hartem PPS auf der Oberfläche eines aus diesem Polytetrafluorethylen hergestellten Substrats ein Wanelement, das die Vorteile beider Materialien bietet. In diesem Fall ist eine Stoßverringierungswirkung von Polytetrafluorethylen zu erwarten.

Wenn ein gemischtfreies Material aus PBT (Polybutylenterephthalat) verwendet wird, ist die Verformungstemperatur niedrig, was eine starke Verformung bei hohen Temperaturen zur Folge hat, ferner bewirkte die lange Zeitperiode des Kontakts zwischen dem Verdichterrad und der Wand einen Verschleiß des Verdichterrades.

Falls jedoch ein Mischmaterial, das für PBT geeignet ist, verfügbar ist, bestünde die gleiche Tendenz wie bei glasverstärktem PPS, die in der Praxis genutzt werden kann.

Die Beurteilungssymbole O, x und Δ geben nicht die Grenze des Umfangs der vorliegenden Erfindung an, sondern zeigen die Einfachheit der praktischen Anwendung beim momentanen Stand der praktischen Anwendung, wobei eine geringe Bewertung keinen Ausschluß aus dem Umfang der vorliegenden Erfindung bedeutet.

Es konnte bestätigt werden, daß PPS eine zufriedenstellende Affinität zum Motorschmiermittel und zu Benzin besitzt, wobei Schälspäne dann, wenn sie in Zylinder gelangen, für den Motor keinerlei nachteilige Wirkung besitzen.

Eine Beschädigung des Wanelements, die durch einen abweichenden Kontakt oder durch ein starkes Festziehen der Schraube 7 verursacht werden könnte, wurde verhindert, indem zwischen dem Schraubenelement 7 und der Bodenfläche der Schraubenaufnahmeausparung eine Scheibe 10 angeordnet wurde. Die Spalte, die an den vom Befestigungsabschnitt des Wanelements 5b verschiedenen Abschnitten vorgesehen sind, dienen ebenfalls der Einstellung der Ausdehnungsverformung des Wanelements 5b zum Verdichterrad auf eine geeignete Größe. Ohne diese Spalte würde die gesamte Ausdehnung zum Metallgehäuse auf der Verdichterradseite auftreten. Weiterhin kann dies eine Verformung oder eine Beschädigung des Wanelements selbst hervorrufen.

Ferner ist das Wanelement, wie in Fig. 4 gezeigt ist, in axialer Richtung durch drei Schrauben befestigt.

Da dies die axiale Wärmeverformung auf einen Grad begrenzt, der der Dicke T_1 des aus einem Harz hergestellten Wanelements entspricht, tritt nur eine geringe Verformung auf.

Andererseits führt eine Wärmeverformung in radialer Richtung, die der Größe L_2 des Harz-Wanelements mit der Befestigungsschraube als Referenz entspricht, im Vergleich zur axialen Richtung zu einem größeren Verformungsgrad.

Um diesen Nachteil zu vermeiden, wird der ungleiche Verformungsgrad dadurch absorbiert, daß der Spalt zwischen dem Harz-Wanelement und dem Verdichterrad in radialer Richtung G_{11} größer als in axialer Richtung G_{10} gemacht wird.

Da die Leistungsfähigkeit eines Verdichters hauptsächlich vom Spalt in axialer Richtung abhängt, ist die Möglichkeit einer Verringerung des Spiels in axialer Richtung für die Erzielung einer höheren Leistung günstig.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird, wie oben beschrieben worden ist, die Oberfläche des Verdichtergehäuses, die dem Verdichterrad zugewandt ist, als getrenntes Teil aus einem PPS-Harz gebildet, das mit dem Gehäuse zusammengefügt wird, wobei der Spalt zwischen den beiden Elementen unter Ausnutzung der Wärmeausdehnung des Harzes im Normalbetrieb im wesentlichen auf Null gebracht wird.

Wegen dieser Merkmale der vorliegenden Erfindung kann in einem verhältnismäßig einfachen Prozeß ein Turbolader für Verbrennungsmotoren mit einem Verdichter mit hohem Wirkungsgrad erhalten werden.

Genauer handelt es sich um die folgenden Merkmale: Abschnitte, die von der Befestigungsfläche des Wanelements verschieden sind, können mit einem Spalt versehen werden, so daß sie mit dem Verdichtergehäuse selbst nicht in Kontakt gelangen. Dadurch wird eine übermäßige Verformung, ein Reißen oder ein Bruch, die durch Wärmeausdehnung verursacht werden, beseitigt.

Die Verwendung eines Anschlags für die Befestigungsschraube ermöglicht die Verhinderung einer Beschädigung des Motors, die durch ein Herabfallen der Schraube verursacht werden könnte.

Patentansprüche

1. Turbolader für Verbrennungsmotoren, in dem wenigstens ein Wandabschnitt (5b) eines Verdichtergehäuses (5), der einem Verdichterrad (4) zugewandt ist, getrennt aus einem Werkstoff gebildet ist, der weicher als der Werkstoff für das Verdichterrad (4) ist, und in dem das Wanelement (5b) am Verdichtergehäuse (5)

befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß

das Verdichtergehäuse (5) und das Wandelement (5b) an einer Befestigungsfläche (5b₁₀) teilweise in engem Kontakt ist und

für Abschnitte, die von der Befestigungsfläche (5b₁₀) verschieden sind, Spalte (G₁ bis G₄) vorgesehen sind, die eine Wärmeausdehnung des Wandelements (5b) zulassen.

2. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandelement (5b) eine zylindrische Fläche (5e) längs einer Antriebswelle (3) des Verdichterrades (4), eine ringförmige Fläche (5d), die zur zylindrischen Fläche (5e) im wesentlichen senkrecht ist, sowie eine gekrümmte Fläche (5c) aufweist, die diese beiden erstgenannten Flächen (5e, 5d) miteinander verbindet.

3. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Fläche (5d) des Wandelements (5b) eine Befestigungsfläche (5b₁₀) in engem Kontakt mit dem Verdichtergehäuse (5) bildet.

4. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandelement (5b) und das Verdichtergehäuse (5) mittels eines Schraubenelements (7), das durch die ringförmige Fläche (5d) des Wandelements (5b) verläuft und das Verdichtergehäuse (5) erreicht, verschraubt sind.

5. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schraubenbefestigungsabschnitt des Verdichtergehäuses (5) und des Wandelements (5b) in einem Abschnitt ausgebildet ist, der sich außerhalb des maximalen Außendurchmessers des Verdichterrades (4) befindet.

6. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß im ringförmigen Abschnitt (5d) des Wandelements (5b) eine Aussparung (5b₉) ausgebildet ist, die einen Schraubenkopf (7b) des Schraubenelements (7) aufnimmt.

7. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandelement (5b) in eine Aussparung (5f) eingesetzt ist, die in der Oberfläche des Verdichtergehäuses (5) vorgesehen ist.

8. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Fläche (5d) des Wandelements (5b) am Verdichtergehäuse (5) in engem Kontakt befestigt ist und

eine Umfangskante (5b₇) dieses ringförmigen Abschnitts (5d) einem Teil (5b₈) der Wand der Aussparung (5f) im Verdichtergehäuse (5) mit einem dazwischen befindlichen Spalt (G₂) zugewandt ist.

9. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine axiale Stirnfläche (5b₁) des Wandelements (5b) und ein Teil (5b₂) der Wand der Aussparung (5f) des Verdichtergehäuses (5) einander über einen dazwischen befindlichen Spalt (G₃) zugewandt sind.

10. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Umfangsfläche (5b₃) des Zylinderabschnitts (5e) des Wandelements (5b) und die folgende Fläche (5b₅) des gekrümmten Abschnitts (5c) einem Teil (5b₄, 5b₆) der Wandfläche der Aussparung (5f) des Verdichtergehäuses (5) mit einem dazwischen befindlichen Spalt (G₁ bzw. G₄) zugewandt sind.

11. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Oberfläche des Verdichtergehäuses (5) eine Aussparung (5f) ausgebildet ist,

das Wandelement (5b) in die Aussparung (5f) eingesetzt ist, die Aussparung (5f) für das Wandelement (5b) eine ringförmige Verbindungsfläche (5b₁₀) in einer zur Antriebswelle (3) des Verdichterrades (4) im wesentlichen senkrechten Ebene besitzt,

die beiden Elemente (5, 5b) in diesem Abschnitt aneinander befestigt sind,

zwischen dem Wandelement (5b) und der Verdichtergehäusewand (5b₈) im gekrümmten Abschnitt (5c) und

der folgenden zylindrischen Fläche (5b₄) längs des Verdichterrades (4) ein Spalt (G₁, G₄) vorhanden ist,

eine Umfangskantenfläche (5b₇) der ringförmigen Fläche (5d) des Wandelements (5b) einer ringförmigen Umfangsfläche (5b₈) der Aussparung (5f) des Verdichtergehäuses (5) mit einem dazwischen befindlichen Spalt (G₂) zugewandt ist, und

eine Stirnfläche (5b₁) in axialer Richtung des zylindrischen Abschnitts (5e) des Wandelements (5b) einer Stirnwand (5b₂) in axialer Richtung der Aussparung (5f) des Verdichtergehäuses (5) mit einem dazwischen befindlichen Spalt (G₃) zugewandt ist.

12. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandelement (5b) aus einem Harzwerkstoff hergestellt ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient kleiner als derjenige von PTFE (Polytetrafluorethylen) ist.

13. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausdehnungskoeffizient des Wandelements (5b) so gesetzt ist, daß der Spalt (G₁) zwischen dem Wandelement (5b) und dem Verdichterrad (4) bei Raumtemperatur des Turboladers verhältnismäßig groß ist und bei hohen Temperaturen während des Betriebs im wesentlichen Null ist.

14. Turbolader für Verbrennungsmotoren, in dem in wenigstens einem Abschnitt (5b₄, 5b₆) der Verdichtergehäusewand, der einem Abschnitt (4a) mit gekrümmtem Profil eines Verdichterrades (4) entspricht, ein getrennt ausgebildetes Wandelement (5b) befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff für das Wandelement (5b) hauptsächlich ein PPS-Harz (Polyphenylensulfid-Harz) enthält.

15. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandelement (5b), das aus einem Harz hergestellt ist, mittels Verbindungsbolzen (7) gehalten wird und befestigt ist,

die mit Gewindebohrungen (6) in Eingriff sind, die im Verdichtergehäuse (5) ausgebildet sind.

16. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein kleiner Spalt zwischen der inneren Umfangsfläche des Wandelements (5b), das aus einem Harz hergestellt ist, und dem Abschnitt (4a) mit gekrümmtem Profil des äußeren Umfangs des Verdichterrades (4) so festgesetzt ist, daß

bei Raumtemperatur ein Spalt (G_4) an der Verdichterrad-Einlaßseite größer als ein Spalt (G_1) an der Verdichterrad-Auslaßseite ist.

17. Turbolader für Verbrennungsmotoren nach irgendeinem der Ansprüche 4 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Schraubenelements (7) einen Wert besitzt, bei dem das Schraubenelement (7) dann, wenn es sich aus der Gewindebohrung (6) des Wandelements (5b) löst, mit einer entsprechenden Dichtungsplatte (8) des Verdichters (A) in Kontakt gelangt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

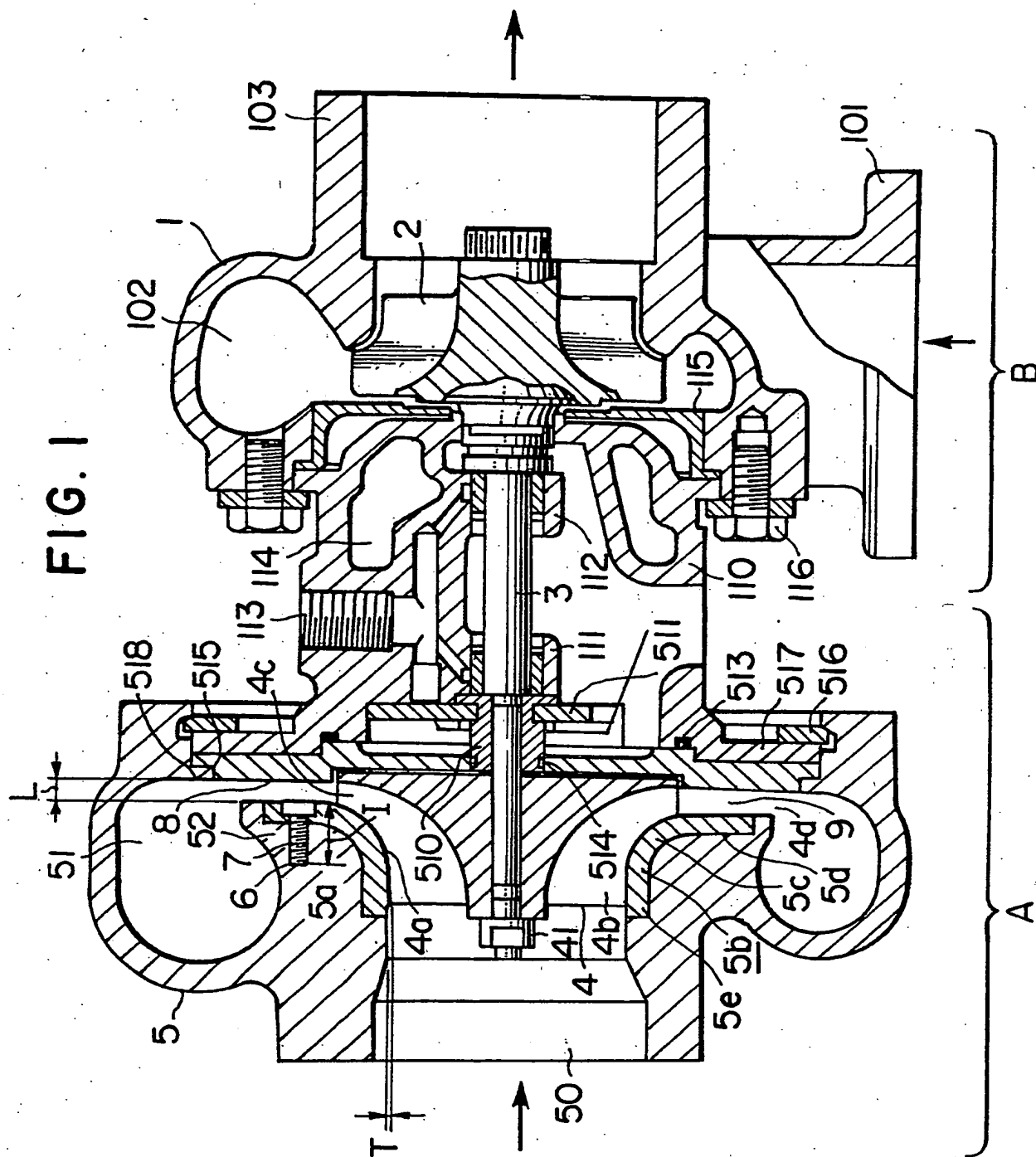


FIG. 2

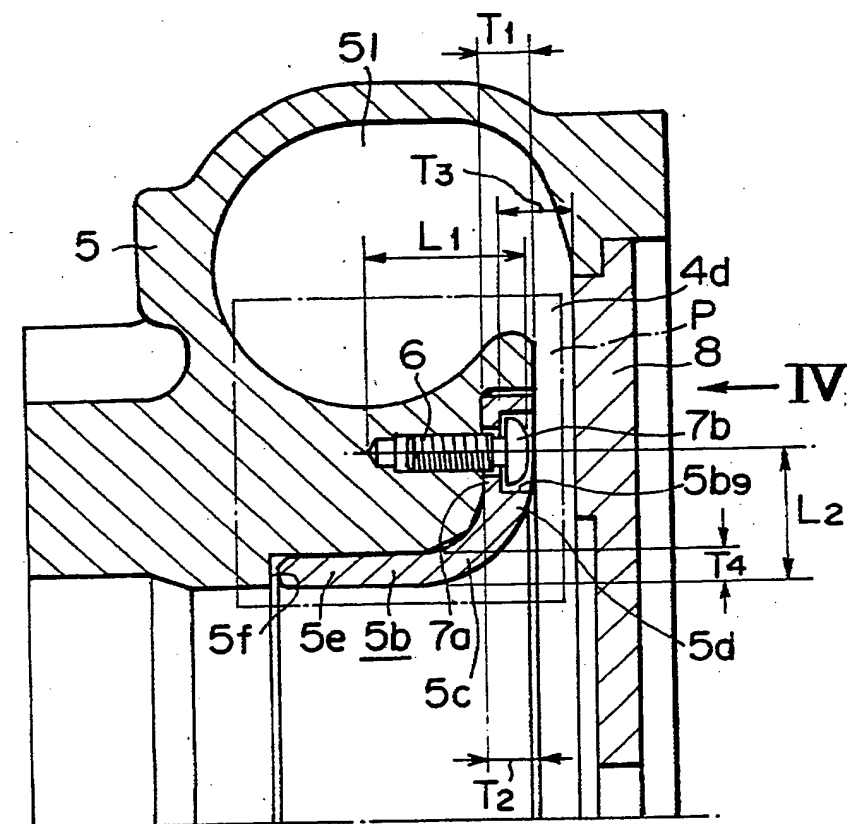


FIG. 3

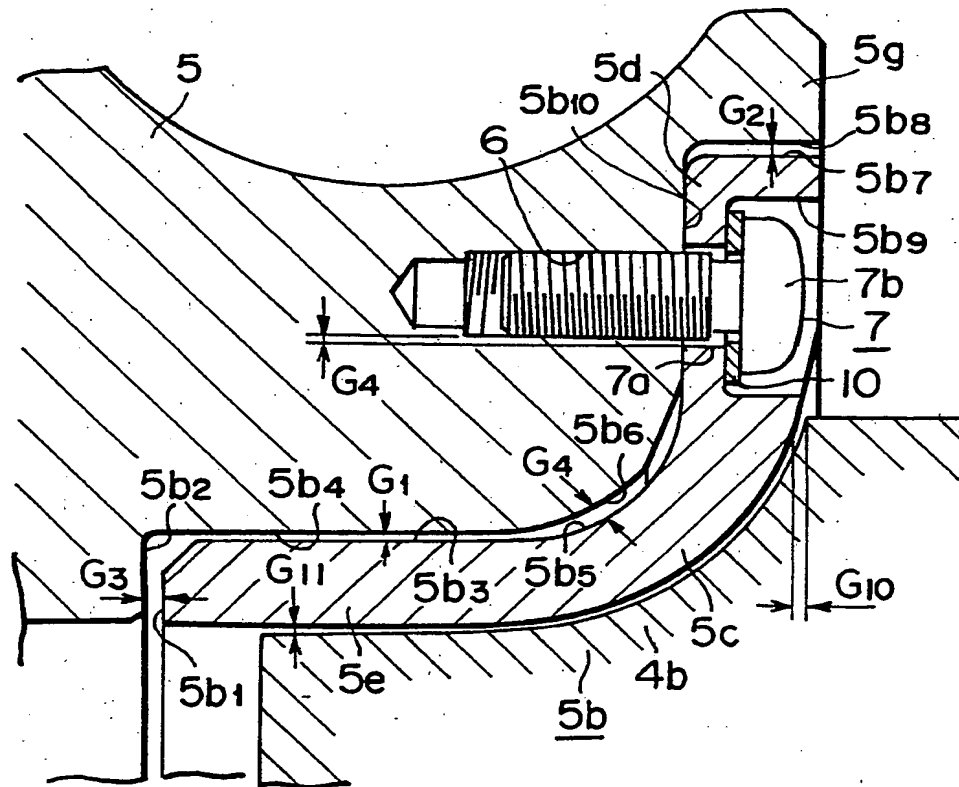
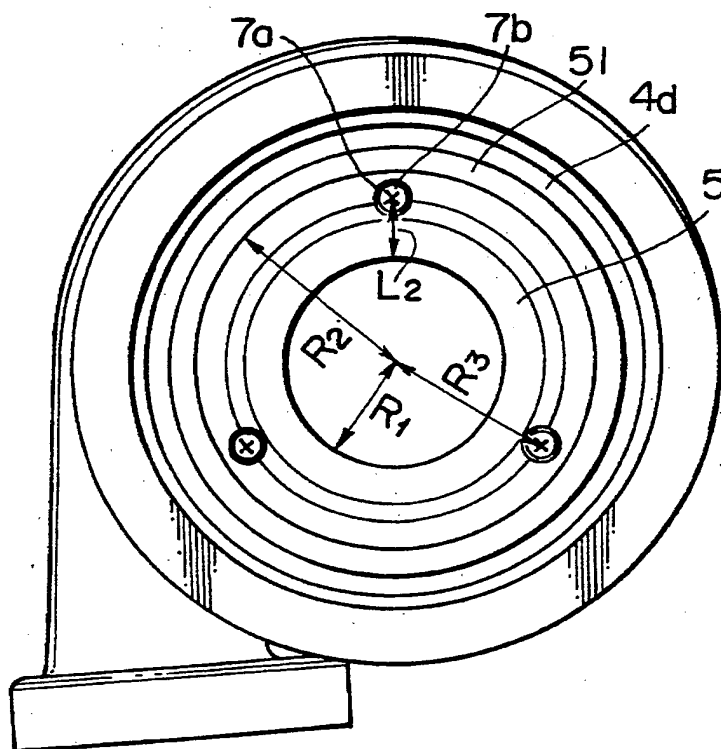


FIG. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)